



REC'D 30 JUN 2003

WIPO PCT

08 OCT 2004

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 15 380.9

Anmeldetag: 8. April 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Kommunikationsvorrichtung zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung

IPC: H 03 M, H 04 Q

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Agurte



Beschreibung

Verfahren und Kommunikationsvorrichtung zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 11 zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung sowie eine entsprechende Kommunikationsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 16.

10

15

20

25

30

Die Mobilfunktechnik befindet sich in einer raschen Entwicklung. Augenblicklich wird an der Standardisierung des sogenannten UMTS-Mobilfunkstandards ('Universal Mobile Telecommunication System') für Mobilfunkgeräte der dritten Mobilfunkgeneration gearbeitet. Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung ist vorgesehen, die über einen Hochfrequenzkanal zu übertragenden Daten einer Kanalcodierung zu unterziehen, wobei hierzu insbesondere Faltungscodes ('Convolutional Codes') verwendet werden. Durch die Kanalcodierung werden die zu übertragenden Daten redundant codiert, wodurch auf der Empfängerseite eine zuverlässigere Wiedergewinnung der gesendeten Daten möglich ist. Der bei der Kanalcodierung jeweils verwendete Code wird durch seine Coderate $r = k/n$ charakterisiert, wobei k die Anzahl der zu übertragenden Daten- oder Nachrichtenbits und n die Anzahl der nach der Codierung vorliegenden Bits bezeichnet. Je kleiner die Coderate ist, desto leistungsfähiger ist in der Regel der Code. Ein mit der Codierung verbundenes Problem ist jedoch, dass die Datenrate um den Faktor r reduziert wird.

35

Um die Datenrate des codierten Datenstroms an die jeweils mögliche Übertragungsrate anzupassen, wird im Sender eine Ratenanpassung ('Rate Matching') durchgeführt, wobei nach einem bestimmten Muster entweder Bits aus dem Datenstrom entfernt oder in dem Datenstrom verdoppelt werden. Das Entfernen von

Bits wird als 'Punktieren' und das Verdoppeln als 'Repetieren' bezeichnet.

5 Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung wird vorgeschlagen, zur Ratenanpassung einen Algorithmus zu verwenden, der eine Punktierung mit einem annähernd regelmäßigen Punktierungsmuster durchführt, d.h. die zu punktierenden Bits sind äquidistant über den jeweils zu punktierenden codierten Datenblock verteilt.

10 Darüber hinaus ist bekannt, dass beim Faltungscodieren die Bitfehlerrate (Bit Error Rate, BER) am Rand eines entsprechend codierten Datenblocks abnimmt. Ebenso ist bekannt, dass die Bitfehlerrate innerhalb eines Datenblocks durch ungleich-
15 mäßig verteiltes Punktieren lokal verändert werden kann. Diese Erkenntnisse wurden dazu genützt, heuristisch ein Punktierungsmuster zu finden, nach dessen Anwendung alle Bits des punktierten Datenblocks eine ihrer jeweiligen Wichtigkeit entsprechende Bitfehlerrate besitzen.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung und sowie eine entsprechende Kommunikationsvorrichtung bereitzustellen, welche zu
25 einer zufriedenstellenden Bitfehlerrate führt und insbesondere in Mobilfunksystemen mit Faltungscodierung einsetzbar ist.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Kommunikationsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 35 gelöst. Die Unteransprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

35 Es ist weiterhin bekannt aus den Patentanmeldungen mit den Anmeldenummern 19948369.8 sowie 19956748.4 („Verfahren zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung und entsprechende Kommunikationsvorrichtung der gleichen An-

melderin, dass es vorteilhaft ist, die einzelnen Datenblöcke des Datenstroms zur Anpassung der Datenrate gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster zu punktieren, wobei das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass es eine von einem
5 mittleren Bereich der einzelnen Datenblöcke zu mindestens einem Ende der einzelnen Datenblöcke hin stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.

10 Vorzugsweise weist das Punktierungsmuster eine von dem mittleren Bereich zu beiden Enden des jeweiligen Datenblocks hin stetig zunehmende Punktierungsrate auf. Auf diese Weise werden die Bits am Anfang und Ende des jeweils zu punktierenden Datenblocks stärker punktiert, wobei dies nicht mit einer gleichmäßigen Punktierungsrate, sondern mit einer zu den beiden
15 Enden des jeweiligen Datenblocks hin kontinuierlich ansteigenden Punktierungsrate erfolgt, d.h. der Abstand zwischen den punktierten Bits wird zu den beiden Enden des Datenblocks hin immer kürzer.

20 Diese Punktierung führt zu einer über den punktierten Datenblock gleichmäßiger verteilten Fehlerrate der einzelnen Bits und hat zudem eine verminderte Gesamtfehlerwahrscheinlichkeit zur Folge.

25 Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zur Anpassung der Datenrate eines faltungscodierten Datenstroms und kann somit bevorzugt in UMTS-Mobilfunksystemen eingesetzt werden, wobei dies sowohl den Bereich des Mobilfunksenders als auch denjenigen des Mobilfunkempfängers betrifft. Die Er-
30 findung ist jedoch nicht auf diesen Anwendungsbereich beschränkt, sondern kann allgemein überall dort Anwendung finden, wo die Datenrate eines Datenstroms anzupassen ist.

35 Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Mobilfunksenders,

5 Fig. 2 zeigt die Bitfehlerrate BER pro bit für die Punktierung gemäß einem Ausführungsbeispiel beim HS-SCCH, Part 2, Kodierung mit $R=1/3$ mit einem Signal-Rausch Verhältnis von $E_s/N_0 = -3$ dB

10 Fig. 3 zeigt die Bitfehlerrate BER pro bit für die in UMTS (Spezifikation 25.212 v5.0.0, Kap. 4.2.7 „Rate matching“) vorgeschlagene Ratenanpassung beim HS-SCCH, Part 2, bei einem Signal-Rausch Verhältnis von $E_s/N_0 = -2$ dB, also besseren Bedingungen als in Fig. 2.

15 ~~Fig. 4 zeigt einen Vergleich der mit einer erfindungsgemäßen Punktierung (obere Kurve, Kreuze) bzw. einer herkömmlichen Punktierung (untere Kurve, Kreise) hinsichtlich der daraus resultierenden Gesamtfehlerwahrscheinlichkeit erzielbaren Ergebnisse, wobei hier die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens~~
20 ~~ein Bit eines Blocks fehlerhaft übertragen wurde (FER= Frame Error Rate) aufgetragen ist.~~

Fig. 5 zeigt zugrundeliegende Schemen für Faltungscodes in UMTS.

25

Fig. 6 zeigt die Bitfehlerrate BER pro bit für die in UMTS (Spezifikation 25.212 v5.0.0, Kap. 4.2.7 „Rate matching“) vorgeschlagene Ratenanpassung beim HS-SCCH, Part 1, bei einem Signal-Rausch Verhältnis von $E_s/N_0 = -2$ dB

30

Fig. 7 zeigt wie viele Eingangsbits (Input Bit) betroffen werden bei einer Punktierung eines Ausgangs-Bits in den verschiedenen Ausgangsstufen Output 1, Output 2 und Output 3.

35 Fig. 8 zeigt welche Eingangsbits (Bitnummern) durch die Punktierung betroffen sind.

Fig.9. zeigt eine Tabelle mit den Ergebnissen der Punktierung in Abhängigkeit von der Anzahl der punktierten Bits.

5 Fig. 10 zeigt die Bitfehlerrate BER pro bit für eine Punktierung gemäß einem Ausführungsbeispiel beim HS-SCCH, Part 1, bei einem Signal-Rausch Verhältnis von $E_s/N_0 = -2$ dB

10 Fig. 11 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Punktierung von 8 bits (48 auf 40 bit) für eine Kodierung mit Rate 1/3

15 Fig. 12 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Punktierung von 31 bits (Punktierung von 111 auf 80 bit), $R = 1/3$

Fig. 13 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Repetierung von 31 bits (Repetierung von 32 auf 40 bit), $R = \frac{1}{2}$

20 Fig. 14 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Repetierung von 6 bits (74 auf 80 bit), $R = 1/3$

Fig. 15 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Repetierung von 4 Bit (36 auf 40 bit), $R = \frac{1}{2}$

25 Fig. 16 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele für eine Punktierung von 14 Bit (54 auf 40 bit), $R = 1/3$

30 In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau eines erfindungsgemäßen Mobilfunksenders 1 dargestellt, von dem Daten oder Kommunikationsinformationen, insbesondere Sprachinformationen, über einen Hochfrequenz-Übertragungskanal an einen Empfänger übertragen werden. In Fig. 1 sind insbesondere die an der Codierung dieser Informationen oder Daten beteiligten Komponenten
35 dargestellt. Die von einer Datenquelle 2, beispielsweise einem Mikrofon, gelieferten Informationen werden zunächst mit einem digitalen Quellcodierer 3 in eine Bitfolge umgesetzt.

Die sprachcodierten Daten werden anschließend mit Hilfe eines Kanalcodierers 4 codiert, wobei die eigentlichen Nutz- oder Nachrichtenbits redundant codiert werden, wodurch Übertragungsfehler erkannt und anschließend korrigiert werden können. Die sich bei der Kanalcodierung ergebende Coderate r ist eine wichtige Größe zur Beschreibung des jeweils bei der Kanalcodierung eingesetzten Codes und ist, wie bereits erwähnt worden ist, durch den Ausdruck $r = k/n$ definiert. Dabei bezeichnet k die Anzahl der Datenbits und n die Anzahl der insgesamt codierten Bits, d.h. die Anzahl der hinzugefügten redundanten Bits entspricht dem Ausdruck $n - k$. Ein Code mit der oben definierten Coderate r wird auch als (n,k) -Code bezeichnet, wobei die Leistungsfähigkeit des Codes mit abnehmender Coderate r zunimmt. Zur Kanalcodierung werden üblicherweise sogenannte Blockcodes oder Faltungscodes verwendet.

Nachfolgend soll davon ausgegangen werden, dass - wie durch den derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung festgelegt ist - bei der Kanalcodierung Faltungscodes zur Anwendung kommen. Ein wesentlicher Unterschied zu Blockcodes besteht darin, dass bei Faltungscodes nicht einzelne Datenblöcke nacheinander codiert werden, sondern dass es sich um eine kontinuierliche Verarbeitung handelt, wobei jedes aktuelle Codewort einer zu codierenden Eingangssequenz auch von den vorhergehenden Eingangssequenzen abhängt. Unabhängig von der Coderate $r = k/n$ werden Faltungscodes auch durch die sogenannte Einflußlänge oder 'Constraint Length' K charakterisiert. Die 'Constraint Length' gibt an, über wie viele Takte von k neuen Eingangsbits des Faltungscodierers 5 ein Bit das von dem Faltungscodierer 5 ausgegebene Codewort beeinflusst.

Für UMTS werden die folgenden Faltungscodes verwendet, wie in Figur 5 gezeigt. Die Abbildung ist aus der Spezifikation 25.212 Kap. 4.2.3.1 „Convolutional coding“ entnommen.

Vor der Übertragung der kanalcodierten Informationen zu dem Empfänger können diese einem Interleaver 5 zugeführt werden, der die zu übertragenden Bits gemäß einem bestimmten Schema zeitlich umordnet und dabei zeitlich spreizt, wodurch die in der Regel bündelweise auftretenden Fehler verteilt werden, um einen sogenannten gedächtnislosen (memoryless) Übertragungskanal mit einer quasizufälligen Fehlerverteilung zu erhalten. Die auf diese Weise codierten Informationen oder Daten werden einem Modulator 7 zugeführt, dessen Aufgabe es ist, die Daten auf ein Trägersignal aufzumodulieren und gemäß einem vorgegebenen Vielfachzugriffsverfahren über einen Hochfrequenz-Übertragungskanal 3 an einen Empfänger zu übertragen.

Zur Übertragung wird der codierte Datenstrom in Datenblöcke aufgeteilt, wobei der Faltungscodierer 4 zu Beginn eines Datenblocks in einen bekannten Zustand gesetzt wird. Am Ende wird jeder codierte Datenblock durch sogenannte 'Tailbits' abgeschlossen, so dass der Faltungscodierer 4 sich wieder in einem bekannten Zustand befindet. Durch diesen Aufbau des Faltungscodes sowie des Faltungscodierers 4 wird erreicht, dass die Bits am Anfang und Ende eines codierten Datenblocks besser als in der Blockmitte gegen Übertragungsfehler geschützt sind. Dabei ist es unerheblich ob diese Tailbits alle den bekannten Wert 0 haben, oder einen anderen Wert. Die Werte dieser Tailbits können auch beliebig gewählt werden, wobei Sender und Empfänger aber die zu verwendenden Werte beide kennen müssen.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit eines Bits ist abhängig von seiner Lage innerhalb des jeweiligen Datenblocks unterschiedlich. Dieser Effekt wird beispielsweise bei der Sprachübertragung in GSM-Mobilfunksystemen ausgenutzt, indem die wichtigsten Bits an den beiden Blockenden platziert werden, wo die Fehlerwahrscheinlichkeit am geringsten ist. Bei Datenübertragungen werden jedoch im allgemeinen Datenpakete bereits dann verworfen, wenn nur ein einziges übertragenes Bits fehlerhaft ist, was beispielsweise im Empfänger durch einen sogenannten

'Cyclic Redundancy Check' (CRC) festgestellt werden kann. Daher kann bei einer Datenübertragung nicht von wichtigen oder weniger wichtigen Bits gesprochen werden, sondern alle Bits sind als gleich wichtig anzusehen. Wenn Fehler in einem Kontrollblock auftreten, also einem Datenblock der Kontroll-
5 Information enthält, welche Informationen darüber enthält, wie nachfolgende Nutzdaten kodiert und übertragen werden, so ist im allgemeinen eine korrekte Detektion dieser Nutzdaten schon dann nicht mehr möglich, wenn nur ein einziges Bit
10 falsch empfangen wird, da die Empfangsdaten dann falsch interpretiert werden.

Um die Datenrate des codierten Datenstroms an die jeweils mögliche Übertragungsrate anzupassen, wird vor dem Modulator
15 ~~7 eine Ratenanpassung ('Rate Matching') durchgeführt.~~ Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Ratenanpassung, wobei die Einheit 6a eine Punktierung gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster durchführt, um eine gleichmäßigere Fehlerverteilung über einen Datenblock zu erzielen. Die in
20 Fig. 1 gezeigte Reihenfolge der Einheit 6a sowie des Interleavers 5 sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Der Interleaver kann auch nach der Einheit 6b angeordnet sein. Ebenso kann der Interleaver 5 auch durch zwei Interleaver vor und nach der Einheit 6b ersetzt sein usw.

25

Aus der oben genannten Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 199948369.8 („Verfahren zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung und entsprechende Kommunikations-
30 vorrichtung“) der gleichen Anmelderin sind Punktierungsmuster bekannt, welche eine, dem Ende eines Datenblocks hin stetig zunehmende Punktierungsrate aufweisen. Diese Punktierungsmuster punktieren verstärkt an den Enden des codierten Blocks um somit die niedrigere Bitfehlerrate der erste und letzten Informationsbits pauschal auszugleichen. Das Vorgehen war je-
35 doch relativ pauschal und basiert lediglich auf einer gradu-

ellen Abnahme der Punktierungsdichte von den Rändern zur Mitte des codierten Blocks hin.

- Anders formuliert ist es also eine Aufgabe dieser Erfindung, die Punktierungsmuster weiter zu optimieren und insbesondere and die für den Faltungscodierer verwendeten Polynome anzupassen. Es stellt sich also die Aufgabe, abhängig vom verwendeten Faltungscode (einschließlich der verwendeten Polynome) und der Blocklänge die Menge der zu punktierenden bzw. repetierenden Bits so auszuwählen, dass die Dekodierung möglichst gut durchgeführt werden kann. In der Regel ergeben sich eine große Anzahl an Möglichkeiten, so dass es unmöglich oder sehr zeit- und ressourcenaufwändig ist, ein sehr gutes Ratenanpassungsmuster rein durch Simulation zu entwickeln. Möchte man beispielsweise alle möglichen Punktierungsmuster zur Punktierung von 48 bit auf 40 bit untersuchen, so wären das $48!/(8!*40!) = 377348994$ verschiedene Möglichkeiten, die unmöglich in vertretbarer Zeit alle untersucht werden können.
- 20 Dieses Problem stellt sich insbesondere für kurze Blocklängen, wie z. B. für die Kontrollinformation der UMTS-Erweiterung HSDPA, und dort insbesondere den HS-SCCH Kanal (High Speed Shared Controll CHannel). Dieser Kanal überträgt konfigurationsinformationen welche angeben, wie die eigentlichen Nutzdaten, welche über einen speziellen Datenkanal gesendet werden kodiert sind und weitere Details, z.B. die zur Übertragung verwendeten Spreitzcodes. Im Gegensatz zum Datenkanal, über den sehr viele Daten übertragen werden können sind das vergleichsweise wenig Daten. In UMTS werden zur Kodierung
- 30 Faltungscode mit der Rate $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ verwendet, die verwendeten Polynome sind in Fig. 5 gezeigt. Als Polinome bezeichnet man auch die genaue Gestaltung der „Abgreifpunkte“, also welche Verzögerungsstufen für die einzelnen Ausgangsbitströme abgegriffen und durch eine exklusiv-oder Operation verknüpft
- 35 werden.

Die Erfindung ist somit insbesondere anwendbar für den sog. HS-SCCH (High Speed Shared Controll CHannel).

Die Definition der Kodierung des HS-SCCH ist nach derzeitigem
5 Stand der Technik in der Spezifikation 3GPP TS 25.212 V5.0.0
(2002-03), "Multiplexing and channel coding (FDD) (Release
5)" gegeben, insbesondere im Kapitel 4.6 „Coding for HS-
SCCH“. Diese Spezifikation wird ansonsten in dieser Anmeldung
auch kurz als 25.212 bezeichnet. Im Unterkapitel 4.6.6 „Rate
10 matching for HS-SCCH“ wird festgelegt, dass die Ratenanpas-
sung gemäß dem Standard-Ratenanpassungsalgorithmus in Kapitel
4.2.7 „Rate matching“ durchgeführt werden muss, der im we-
sentlichen eine (möglichst) äquidistante Punktierung bzw. Re-
petierung bewirkt.

15

Die Blocklänge der beiden Teile des HS-SCCHs beträgt nach
derzeitigem Stand 8 bit für den ersten Teil (inclusive Tail
bits 16 bit) und 29 Bit für den zweiten Teil (mit Tail bits
37). Da die Spezifikation noch im Fluss ist, können sich aber
20 durch Veränderungen an verschiedenen Parametern auch andere
Blocklängen ergeben. Des weiteren kommen auch noch die Fal-
tungscode mit der Rate $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ in Frage. Insbesondere die
folgenden Ratenanpassungen sind relevant:

- 25 a) 32 auf 40 (mit Code-Rate $R = 1/2$), oder
b) 48 auf 40 (mit Code-Rate $R = 1/3$), und
c) 74 auf 80 (mit Code-Rate $R = 1/2$), oder
d) 111 auf 80 (mit Code-Rate $R = 1/3$).

30 HEURISTIK

Im Überblick lässt sich also feststellen, dass bei einer Ra-
tenanpassung eine Punktierung und/ oder Repetierung oder auch
eine Repetierung alleine so vorgenommen wird, dass die gesam-
te Bitfehlerrate (BER) minimal wird. Dazu sei zunächst die
35 Situation in Fig.3 betrachtet: Hier ist die Bitfehlerrate für
die einzelnen Bits in einem Rahmen(Frame) aufgetragen. Die
Abszisse gibt den Index des jeweiligen Bits „(Frame Index)“

- wieder. Man sieht deutlich, dass die ersten und letzten Bits eine geringere Bitfehlerrate aufweisen. Dies lässt sich in Zusammenhang mit dem Schema für Faltungscodes aus Figur 5 verstehen: Für die Übertragung werden durch den Faltungscode
- 5 jeweils Bits aus den verschiedenen Verzögerungsstufen D des Dekodierers miteinander verknüpft. Die ersten bits werden z.B. auch mit den ihnen vorhergehenden Bits, also eigentlich nicht existierenden Bits verknüpft. Diese "nicht existierenden Bits" werden dann natürlich auf einen bekannten Wert,
- 10 meist Null gesetzt. Dies ist dem Empfänger bekannt, der nun seinerseits mit diesen auf Null gesetzten Bits die ersten übertragenen Bits decodiert. Eine Decodierung ist hier sehr sicher, da ja ein Teil der bits mit absoluter Sicherheit bekannt ist.
- 15 Dasselbe trifft zu für die letzten Bits: In Anschluss an sie werden wieder künstlich bits, die sog. tail bits, eingefügt in die Verzögerungsgliedern D des Decodierers, die wiederum auf einen bekannten Wert, meist Null gesetzt werden.
- 20 Im mittleren Bereich werden bits miteinander verknüpft, deren Wert am Empfänger nicht mit Sicherheit bekannt ist. Somit ist natürlich bei der Decodierung die Wahrscheinlichkeit größer, dass ein Fehler auftritt, was sich in einer höheren Bitfehler-rate äußert.
- 25 Die Hüllkurve der Bitfehlerrate gegenüber der Rahmennummer ist also hier bei gleichmäßiger Repetierung oder Punktierung zunächst einmal nach oben konvexartig ausgeformt. Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, wie sich die Hüllkur-
- 30 ve verändert, wenn die Punktierung (oder Repetierung) verändert wird:
- a) die Hüllkurve stellt im Wesentlichen eine Horizontale dar (oder nähert sich ihr an):
- Das bedeutet, dass die Biterrorrate für alle Rahmen im Wesentlichen gleich ist. Dies geschieht beispielsweise durch
- 35 eine Punktierung am Rande oder eine Repetierung in der Mitte,

oder beides, auch abhängig davon, auf welche Rate angepasst werden soll.

b) konkavartige Ausbildung der Hüllkurve

5 In diesem Falle wird beispielsweise am Rand so stark punktiert, dass die Rahmen im mittleren Bereich eine geringere Bitfehlerrate aufweisen. Dieser Sachverhalt ist in Figur 2 zu sehen.

10 c) die Bitfehlerrate ist unregelmäßig gegenüber der Rahmennummer verteilt. Dieser Fall wird aus weiter unten ausgeführten Gründen hier nicht näher betrachtet.

Nun werde beispielshalber das Punktieren betrachtet. Analoge Überlegungen können für das Repetieren angestellt werden oder
15 auch für Kombinationen zwischen Repetieren und Punktieren:

Es gibt nun sehr viele Möglichkeiten, wie einzelne Bits punktiert werden können. Möchte man beispielsweise, wie bereits weiter oben ausgeführt, alle möglichen Punktierungsmuster zur
20 Punktierung von 48 bit auf 40 bit untersuchen, so wären das $48!/(8!*40!) = 377348994$ verschiedene Möglichkeiten, die unmöglich in vertretbarer Zeit alle untersucht werden können.

25 Ziel ist es daher von vorneherein nicht sinnvolle Möglichkeiten zu eliminieren. Dies geschieht nicht über beliebiges Repetieren und/oder Punktieren, weshalb Alternative c) hier nicht weiter betrachtet wird.

Ein Ordnungsprinzip ist in Figur 7 gezeigt. Für die ersten 9
30 Inputbits 1-9 sowie die letzten 9 Inputbits n-8 bis n wird das Punktierungsniveau für die jeweilige Ausgangsstufe Output 0, Output 1, Output 2 aufgezeigt. Die Ausgangstufen selbst sind, wie in Fig. 5 zu sehen, die jeweilige Ausgangsfunktion, die aus allen, dem momentan betrachteten Inputbit zeitlich
35 vorhergehenden Inputbits durch Verknüpfung gebildet wird. Hier werden die Ausgangsstufen von Fig. 5b) betrachtet, also den Rate 1/3 Convolutions-Encoder.

Für ein Punktieren mit möglichst geringem Informationsverlust bietet es sich an, zunächst Bits wegzulassen (Punktieren), die wenig Einfluss auf andere Bits haben. Das Punktierungsniveau gibt also an, wie viele Bits durch eine Punktierung des betrachteten Bits beeinflusst werden.

Eine beispielhafte Vorgehensweise für das Weglassen oder Punktieren von Bits ist nun in Figur 8 gezeigt.

In der ersten Spalte sind wieder die ersten 9 Inputbits 1-9 angegeben, sowie die letzten 9 Inputbits $n-8$ bis n .

In den folgenden Spalten sind die Bitnummern der von der Punktierung betroffenen Informationsbits, also Informationsbits oder Eingangsbits, für die jeweilige Ausgangsstufe Output 0, Output 1 und Output 2 gezeigt. Die Tabellenfelder sind - wie schon in Fig.7 - mit steigender Anzahl der beeinflussten Informationsbits zunehmend dunkler hinterlegt. Die zu den hellen Tabellenfeldern gehörenden Bits sind also Kandidaten für das Punktieren.

In Figur 9 ist dann eine Tabelle aufgeführt in der die wichtigen Größen bei Punktieren in der Nähe der Enden, also Punktierung aus den erste und letzte Bits, beleuchtet werden.

Es werden n Eingangsbits (Informationsbits) und k kodierte bits (Bits an der Ausgangsstufe, Ausgangsbits) betrachtet.

In der ersten Spalte ist die Anzahl der punktierten Ausgangsbits (# punct bits) angegeben, in der letzten Spalte (Kumulative) die Anzahl der davon betroffenen Informationsbits am Eingang, wobei Eingangsbits die mehrfach betroffen sind, also durch die Punktierung von mehreren Ausgangsbits, auch entsprechend mehrfach gezählt werden.

In der zweiten Spalte ist unter Sequenz angegeben, welches Ausgangsbit (Bitnummer) in diesem Schritt punktiert wurde. Die Punktierung erfolgt dabei beginnend mit den am wenigsten wichtigen Bits in der ersten Zeile hin zu den folgenden Bits

in den folgenden Zeilen. Das Gesamt-Punktierungsmuster für z.B. 7 zu punktierende Bits ergibt sich somit aus den in Spalte 2 in den Zeile 1 bis 7 angegebenen Bits, also den Bits

1, k, 4, k-4, k-6, 2, k-1. Dieses Muster umfasst also die Bits 1, 2, 4, k-6, k-4, k-1, k.

Oberhalb der ersten Zeile befindet sich die Indizierung für die ersten Informationsbits 1-9 sowie die letzten Informationsbits k-8 bis k, aus Platzgründe wird statt k-8 nur -8 usw. geschrieben. Die Einträge in den Spalten unter der Indizierung der Informationsbits geben an, wie stark das betreffende Informationsbit durch die Punktierung der Ausgangsbits die in der 2. Spalte bis zur jeweiligen Zeile angegeben sind und also punktiert werden betroffen wird. Das heißt, wie viele der punktierten Ausgangsbits waren mit diesem Informationsbit verknüpft. Das ist ein Maß dafür, wie stark das betreffende Informationsbit durch die Punktierung geschwächt wurde.

~~15 In der letzten Spalte (Kumulative) ist schließlich die Summe dieser Beeinträchtigungen aufgeführt. Sie wird hier kumulativen Punktierungsstärke genannt.~~

Die Spalte Mittelwert gibt das Verhältnis V der Summe der letzten Spalte beteiligt durch die Anzahl der betroffenen Informationsbits(an. Beispielsweise ergibt sich für 6 punktierte Bits $V = (2+1+1+1+1)/(1+1+1+1+1) = 1,2$

Die mittlere Punktierungsrate (Mittl. P-Rate) ist die Spalte „mittelwert“ geteilt durch 18, die Anzahl der überhaupt in der Tabelle betrachteten Informationsbits 1-9 und k-8 bis k. Eine Vorgehensweise um eine beliebige Anzahl von Bits zu punktieren besteht darin, Tabellen analog den oben genannten anzufertigen. Für Rate 1/3 und die betrachteten Polynome des Faltungskodierers können die gezeigten Tabellen verwendet werden. Bei anderen Kodierungsraten und/oder anderen Polynomen können die Tabellen leicht analog bestimmt werden. Mit Hilfe dieser Tabellen legt man dann eine Punktierungsreihenfolge fest, wo zuerst solche Ausgangsbits punktiert werden, die nur einen geringen Einfluss auf die kumulativen Punktierungsstärke haben. Gibt es dabei mehrere Alternative so werden bevorzugt solche Bits punktiert, welche das Maximum der Punktierungsstärke der einzelnen Bits minimieren.

Für höhere Anzahl zu punktierender Bits und/oder größeren Blocklängen muss i. d. R. die Information aus den Tabellen mit der Idee, möglichst gleichverteilt über den gesamten Block zu punktieren kombiniert werden. Es bietet sich dann an
5 im mittleren Teil zusätzlich gezielt Bits zu punktieren, die vom Generatorpolynom mit den wenigsten Potenzen, d.h. mit den wenigsten Verknüpfungen generiert werden.

Für Repetierung gilt entsprechendes, jeweils mit umgekehrtem
10 Vorzeichen. Das heißt, dass bits die gemäß der Heuristik zuerst punktiert würden nun zuletzt repetiert werden und dass generell zuerst eine gleichmäßige Repetierung im Mittelteil durchgeführt wird, bevorzugt von den Polynomen mit den meisten Verknüpfungen. Danach werden am Rand solche Bits repe-
15 tiert, die (bei Punktierung) einen möglichst großen Einfluss auf die kumulativen Punktierungsstärke haben.

Diese Erfindung unterscheidet sich von der bereits zitierten dadurch, dass im Gegensatz zum Verfahren der alten Erfindung,
20 bei der die Punktierungsrate zu den Enden hin stetig zunahm, die Muster dieser Bedingung nun nicht mehr genügen. Dies ist an und für sich ein unerwartetes Ergebnis, da man erwarten würde, dass die Zuverlässigkeit der Kodierten Bits zu den Enden hin stetig zunimmt. Es zeigt sich aber bei genauer Betrachtung der Polynome für den verwendeten Faltungskodierer,
25 dass diese Annahme überraschenderweise nicht stimmt. Durch die spezifischen Eigenschaften der Polynome ergeben sich, insbesondere am Ende, kodierte bits, die weniger effektiv zur Kodierung beitragen. Diese Bits treten aber nicht zum Ende
30 hin in stetig zunehmendem Maße auf, sondern sind etwas irregulär verteilt. Indem man das Punktierungsmuster speziell auf diese „schwachen“ bits hin ausrichtet, also bevorzugt diese Bits punktiert, kann man die Kodierung noch weiter verbessern.

35 Die Erfindung verwendet also ein heuristisches Verfahren, der es erlaubt:

- mittels einer neu definierten, heuristischen Metrik die Auswirkung der Punktierung / Repetierung eines codierten Bits auf die zugrunde liegenden Informationsbits näherungsweise zu ermitteln,
- 5 • gezielt und für jeden Faltungscode spezifisch Bits auszuwählen, die punktiert bzw. repetiert werden sollen,
- die Anzahl der zu untersuchenden Ratenanpassungsmuster stark einzuschränken.
- 10 Nachdem basierend auf diesem Verfahren einige wenige erfolgversprechende Ratenanpassungsmuster ermittelt worden sind, werden diese anhand der Rahmenfehlerrate und der Bitfehlerrate jedes einzelnen Informationsbit (im Folgenden als Bitfehlerratenverteilung bezeichnet) verglichen. Iterativ kann dann
- 15 ~~basierend auf der entwickelten Metrik das Ratenanpassungsmuster~~ weiter verfeinert und optimiert werden. Als Startinformation dient die Bitfehlerratenverteilung des unpunktierten / nicht-repetierten Blocks
- 20 Als heuristische Metrik wird die Punktierungsstärke S_i pro Bit Informationsbit i definiert als die Anzahl der durch die Punktierung nicht übertragenen Verknüpfungen eines Informationsbits mit dem Ausgang des Encoders. S_i ist daher für Punktierung positiv, für Repetierung wird für jede n -fach über-
- 25 tragene Verknüpfung $S_{i,k} = n-1$ definiert.
 S_{max} ist die maximal mögliche Punktierungsstärke, gegeben durch die codespezifische Gesamtzahl der bestehenden Verknüpfungen:
- 30 Ein gutes Ratenanpassungsmuster wird nach folgenden Gütekriterien gesucht:
1. Minimiere die kumulative Punktierungsstärke
 2. Sorge für eine möglichst gleichverteilte Bitfehlerrate über allen Informationsbits
- 35 Für die Auswahl der zu punktierenden/repetierenden Bits wird basierend auf den Generatorpolynomen des Codes für den Anfang

und das Ende des kodierten Blocks Tabellen aufgestellt, welche die kumulative Punktierungsstärke pro codiertem Bit, sowie die betroffenen Informationsbits darstellen. Damit lassen sich die codierten Bits in sog. Klassen der kumulativen Punktierungsstärke einteilen.

Nach dem obigen Gütekriterium werde nun anhand dieser Tabellen zu punktierende / zu repetierende Bits so ausgesucht, dass zunächst für diejenigen Informationsbits die eine niedrigere Bitfehlerrate zeigen als andere Bits die Punktierungsstärke erhöht wird und gleichzeitig die kumulative Punktierungsstärke gering gehalten wird. Die Punktierungsstärke wird also umgekehrt proportional zur Bitfehlerrate des Informationsbits gewählt und zudem werden gezielt Bits ausgesucht, die wenig zur kumulativen Punktierungsstärke beitragen.

Dieses Verfahren wird danach basierend auf dem ersten ermittelten Pattern iterative angewendet, so dass schon nach wenigen Simulationen ein für den jeweiligen Faltungscode spezifisch optimiertes Ratenanpassungspattern gefunden werden kann.

In den Fig. 11 und 12 sind verschiedene Möglichkeiten für erfindungsgemäße Punktierungsmuster dargestellt, wobei jeweils die Nummern der zu punktierenden Bits (die Zählung beginnt bei 1) angegeben sind. Die Tabellen sind für unterschiedliche Anzahlen von zu übertragenden Informationsbits und unterschiedliche Anzahlen von nach der Ratenanpassung zu übertragende Bits angegeben.

30

In Fig. 3 ist beispielhaft der Verlauf der Bitfehlerrate für die einzelnen übertragenen Bits eines Datenblocks in Abhängigkeit von ihrer Position oder Lage in dem Datenblock für eine herkömmliche Punktierung mit einem regelmäßigen Punktierungsmuster aufgetragen.

In Fig. 2 ist dieser Verlauf für eine erfindungsgemäße Punkt-
tierung mit dem Muster Nummer 33 aus Fig. 12, welches sich in
Simulationen als besonders geeignet herausgestellt hat ge-
zeigt. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass durch Verwendung des
5 erfindungsgemäßen Punktierungsmusters, ein gleichmäßigerer
Verlauf der Bitfehlerrate über den gesamten Datenblock er-
zielt werden kann. Da im mittleren Bereich des Datenblocks
gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise weniger häufig
punktisiert wird, kann dort eine geringere Fehlerwahrschein-
10 lichkeit erhalten werden. Tatsächlich steigt die Fehlerrate
nun zu den Enden hin etwas an, was auf den ersten Blick un-
günstig erscheinen könnte, das resultiert aber daher, dass am
Rand besonders viele „schwachen“ bits sind, wie bereits oben
ausgeführt, wo eine Punktierung recht günstig durchgeführt
15 werden kann.

In Fig. 4 ist für dieselben Fälle der Verlauf der Gesamtfeh-
lerrate über den Signal-Rausch-Abstand (SNR) aufgetragen. Aus
Fig. 4 ist ersichtlich, dass mit Hilfe der Erfindung (untere
Kurve, Kreise) eine gegenüber der herkömmlichen Vorgehenswei-
20 se (obere Kurve, Kreuze) eine um ca. 0,2dB verbesserte Rah-
menfehlerrate erzielt werden kann.

Ähnliche Verbesserungen lassen sich auch bei anderen Parame-
tern erzielen. Beispielsweise zeigt die Fig. 6 den Verlauf
25 der Bitfehlerrate für die einzelnen übertragenen Bits eines
Datenblocks in Abhängigkeit von ihrer Position in dem Daten-
block für eine herkömmliche Punktierung mit einem regelmä-
ßigen Punktierungsmuster bei einer Kodierung mit Rate 1/3 und
einer Punktierung von 8 Bit (48 auf 40 Bit) and. Das ent-
30 spricht einer Übertragung von 8 Input bits. Fig. 10 zeigt die
Verteilung, wenn statt dessen das Punktierungsmuster Nr. 3
aus Fig. 11 verwendet wird, welches sich in Simulationen
ebenfalls als besonders geeignet herausgestellt hat. Man
sieht, dass sich hier eine sehr ausgeglichene Verteilung er-
35 gibt. Auch hierbei ergibt sich eine Verbesserung um ca. 0.2dB
(hierfür ist aber keine Kurve angefügt, da sie nicht weitere
wesentliche Erkenntnisse bringt).

Die Figur 16 zeigt ein weitere bevorzugte Ausführungsbeispiele im Rahmen der Erfindung mit einer Punktierung von 14 von 54 bits, wobei die Pattern 3 und 4 die besten Ergebnisse erzielen.

5

Die Figuren 13 14 und 15 zeigen bevorzugte Repetierungsmuster, welche auch durch Anwendung der in dieser Erfindung gezeigten Regeln gewonnen wurden.

- 10 Die vorliegende Erfindung wurde zuvor anhand der Verwendung in einem Mobilfunksender beschrieben. Selbstverständlich kann die Erfindung jedoch auch auf Mobilfunkempfänger ausgedehnt werden, wo ein zur Anpassung der Datenrate auf oben beschriebene Art und Weise punktiertes bzw. repetiertes Signal entsprechend dem jeweils verwendeten Punktierungs- bzw. Repetierungsmuster aufgearbeitet werden muss. Dabei werden in dem jeweiligen Empfänger für sendeseitig punktierte bzw. repetierte Bits zusätzliche Bits in den Empfangs-Bitstrom eingefügt bzw. zwei oder mehr Bits des Empfangs-Bitstroms zusammengefasst. Bei Einfügen von zusätzlichen Bits wird für diese gleichzeitig in Form einer sogenannten 'Soft Decision'-Information vermerkt, dass ihr Informationsgehalt sehr unsicher ist. Die Verarbeitung des Empfangssignals kann in dem jeweiligen Empfänger sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge zu Fig. 1 erfolgen.
- 15
- 20
- 25

- Selbstverständlich ist auch eine Kombination der oben genannten Kriterien bei der Auswahl eines Punktierungsmusters möglich. Beispielsweise kann man ein Muster aus zwei hier vorgestellten Mustern kombinieren, indem am Anfang der Anfang des einen Musters verwendet wird und am Ende das Ende des zweiten Musters. Des weiteren ist es unerheblich, wenn die Bits in einer veränderten Reihenfolge ausgegeben werden, und gleichzeitig das Punktierungsmuster analog angepasst wird. Beispielsweise kann man die Reihenfolge der Polynome im Faltungskodierer vertauschen.
- 30
- 35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung,
 - 5 - wobei der Datenstrom in zumindest einen Datenblock unterteilbar ist, welcher zu übertragende Übertragungsbits enthält,
 - wobei die Übertragungsbits durch einen Codiervorgang aus informationstragenden Eingangsbits gebildet werden,
 - 10 - bei dem zur Anpassung der Datenrate aus einem Datenblock des Datenstroms bestimmte Übertragungsbits entfernt (punktiert) werden,
 - wobei durch ein Punktierungsmuster vorgegeben wird, welche Übertragungsbits zu entfernen sind,
 - 15 - und das Punktierungsmuster derart ausgelegt ist, dass bevorzugt Übertragungsbits entfernt werden, die über den Codiervorgang von wenigen Eingangsbits abhängen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Punktierungsmuster durch folgende Schritte gebildet wird:
 - 20 - Ermittlung einer kumulativen Punktierungsstärke, welche angibt, welcher Anteil von Informationsbits durch Entfernen von Übertragungsbits aus dem Datenblock entfernt wurde,
 - 25 - Bildung einer Entscheidungsfunktion in Abhängigkeit von der kumulativen Punktierungsstärke,
 - Minimieren der Entscheidungsfunktion zur Ermittlung des Punktierungsmusters.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Punktierungsmuster über eine Punktierungsraten den Abstand zwischen zu entfernenden Übertragungsbits vorgibt, wobei die Punktierungsrate für unterschiedliche Bereiche im Datenblock unterschiedlich ist.
- 35 4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Punktierungsrate im mittleren Bereich des Datenblocks im Wesentlichen

äquidistante Abstände zwischen den zu entfernenden Bits vorschreibt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
durch die Punktierung, von dem vorderen Ende des zu punk-
tierenden Datenblocks her betrachtet, einen Abschnitt aus
10 folgender Reihe (Bitpositionen) enthält: 1, 4, 2, 3, 8,
7, 5, 6, 15, 12, 14, 11, 10, 9 wobei „1“ der ersten Bit-
position entspricht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
durch die Punktierung, von dem hinteren Ende des zu punk-
tierenden Datenblocks her betrachtet, einen Abschnitt aus
folgender Reihe (Bitpositionen) enthält: 0, 4, 6, 1, 2,
15, 12, 10, 9, 7, 4, 5, 18, 13, 8, wobei „0“ der letzten
20 Bitposition entspricht.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
25 8 von 48 bit punktiert werden und zwar die Bit 1, 2, 4,
8, 42, 45, 47, 48.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
31 von 111 bit punktiert werden und zwar die Bit 1, 2, 3,
4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 24, 42, 48, 54, 57, 60, 66,
69, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110,
111.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
14 von 54 bit punktiert werden und zwar die Bit 1, 2, 3,
5 4, 7, 8, 36, 39, 42, 48, 51, 52, 53, 54.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
10 14 von 54 bit punktiert werden und zwar die Bit 1, 2, 3,
4, 6, 7, 8, 39, 45, 48, 51, 52, 53, 54.
11. Verfahren zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms
in einer Kommunikationsvorrichtung,
15 - wobei der Datenstrom in zumindest einen Datenblock unter-
teilt ist, welcher zu übertragende Übertragungsbits
enthält,
- wobei die Übertragungsbits durch einen Codiervorgang
aus informationstragenden Eingangsbits gebildet werden,
20 - bei dem zur Anpassung der Datenrate aus einem Daten-
block des Datenstroms bestimmte Übertragungsbits wieder-
holt (repetiert) werden,
- wobei durch ein Repetierungsmuster vorgegeben wird,
welche Übertragungsbits zu repetieren sind,
25 - und das Punktierungsmuster derart ausgelegt ist, dass
bevorzugt Übertragungsbits repetiert werden, die über den
Codiervorgang von vielen Eingangsbits abhängen.
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das Repetierungsmus-
30 ter durch folgende Schritte gebildet wird:
- Ermittlung einer Funktion der kumulativen Punktierungs-
stärke, welche angibt,
- welcher Anteil von Eingangsbits durch Wiederholen von
Übertragungsbits im Datenblock wiederholt wurde,
35 - Bildung einer Entscheidungsfunktion in Abhängigkeit von
der kumulativen Punktierungsstärke,

- Maximieren der Entscheidungsfunktion zur Ermittlung des Repetierungsmusters.

5 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Repetierungsrate des Repetierungsmusters, welche
den Abstand zwischen den zu repetierenden Bits vorgibt,
im mittleren Bereich des Datenblocks im wesentlichen
10 äquidistante Abstände vorschreibt und am Rand des Daten-
blocks so große Abstände, dass keine Bit repetiert wer-
den.

15 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Repetierungsmuster derart ausgestaltet ist, dass
4 von 36 bit repetiert werden und zwar die Bit 16, 18,
20, 22.

20 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Datenblock, in welchem die Ratenanpassung
durchgeführt wird, mit einem Faltungscode codierte Daten
25 umfasst.

30 16. Kommunikationsvorrichtung,
mit einer Ratenanpassungseinrichtung (6) zur Punktierung
oder Repetierung eines Datenblocks eines der Ratenanpas-
sungseinrichtung (6) zugeführten Datenstroms gemäß einem
bestimmten Ratenanpassungsmuster zur Anpassung der Daten-
rate des Datenstroms, wobei die Ratenanpassungseinrich-
tung durch die Punktierung oder Repetierung dem Ratenan-
passungsmuster entsprechende Bits aus dem Datenblock ent-
35 fernt oder wiederholt,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ratenanpassungseinrichtung (6) derart ausgestal-

tet ist, dass sie die Ratenanpassung mit einem Punktierungsmuster oder Repetierungsmuster durchgeführt, welches nach einem der vorstehenden Ansprüche 1-15 ausgestaltet ist.

5

17. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kommunikationsvorrichtung (1) eine Mobilfunksende- oder Mobilfunkempfangsvorrichtung, insbesondere eine
10 UMTS-Mobilfunksende- oder UMTS-Mobilfunkempfangsvorrichtung, ist.
-

Zusammenfassung

Verfahren und Kommunikationsvorrichtung zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung

5

Verfahren zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung,

10

- wobei der Datenstrom in zumindest einen Datenblock unterteilbar ist, welcher zu übertragende Übertragungsbits enthält,

15

- wobei die Übertragungsbits durch einen Codiervorgang aus informationstragenden Eingangsbits gebildet werden,

- bei dem zur Anpassung der Datenrate aus einem Datenblock des Datenstroms bestimmte Übertragungsbits entfernt (punkt-
tiert) werden,

20

- wobei durch ein Punktierungsmuster vorgegeben wird, welche Übertragungsbits zu entfernen sind,

- und das Punktierungsmuster derart ausgelegt ist, dass bevorzugt Übertragungsbits entfernt werden, die über den Codiervorgang von wenigen Eingangsbits abhängen.

Figur 2

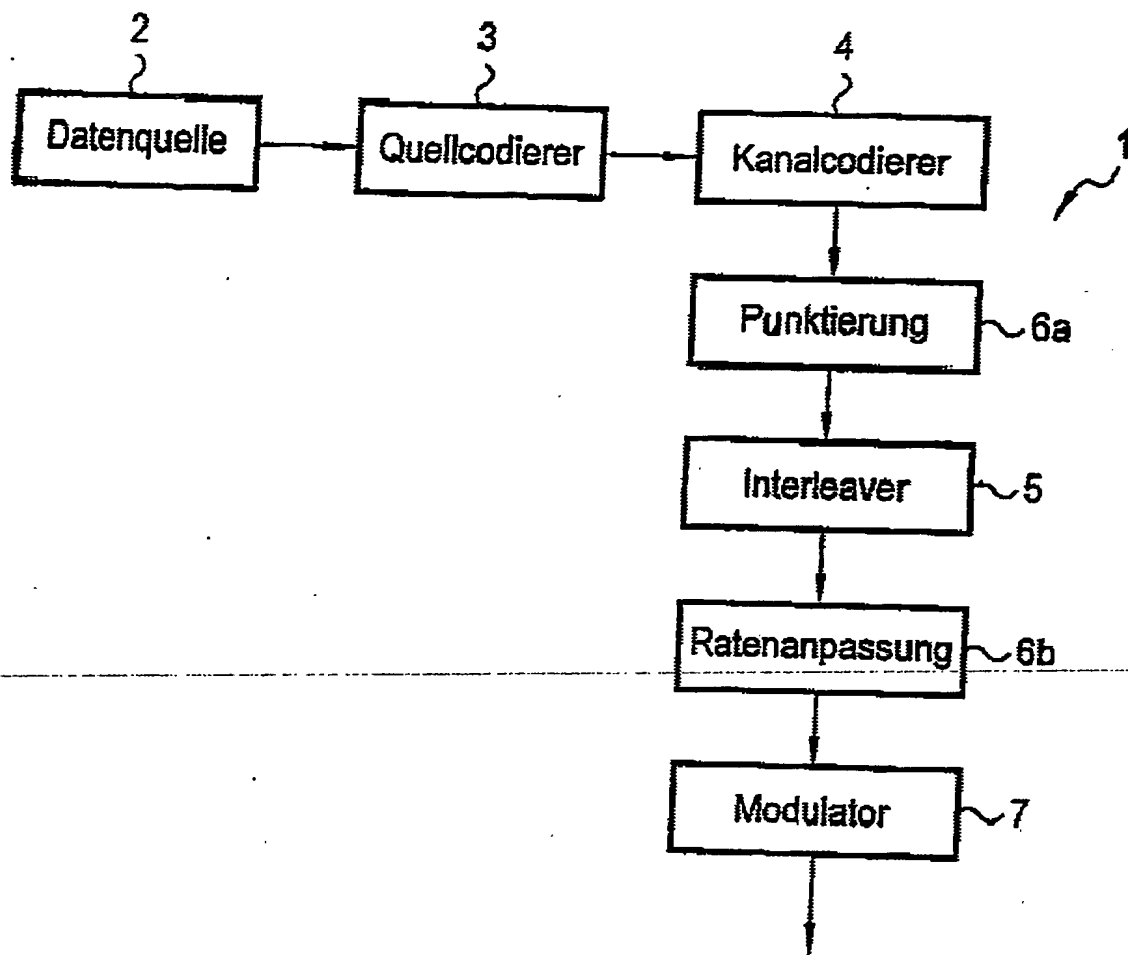


Fig. 1

HS-SCCH, Part 2, Pattern 19, FER=1.1xE-02 Error Histogram

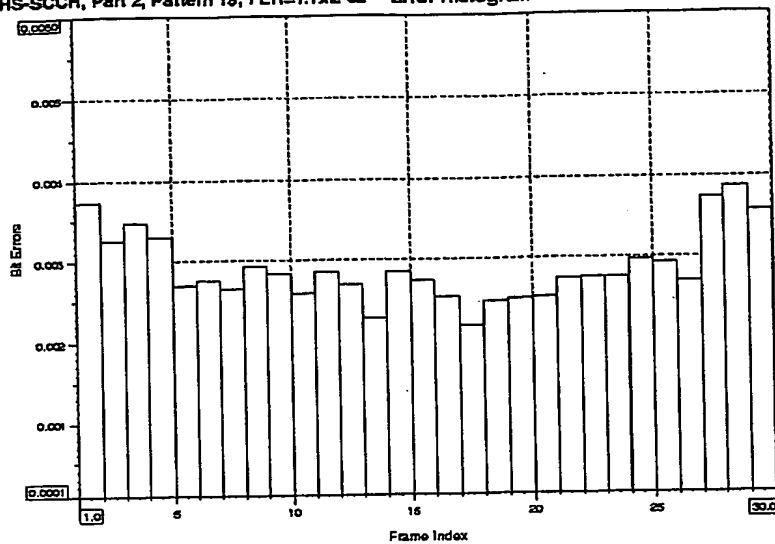


Fig. 2

HS-SCCH, Part 2, Pattern 0, FER=1.6xE-02 Error Histogram

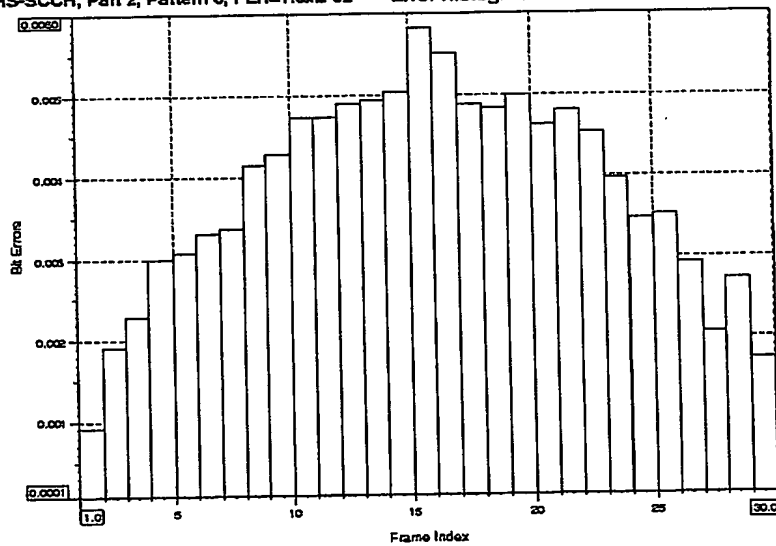


Fig. 3

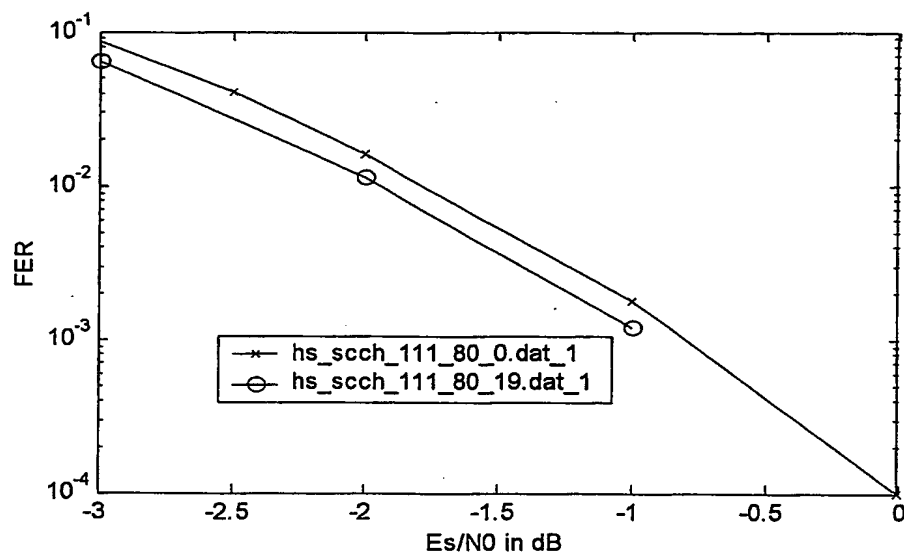


Fig. 4

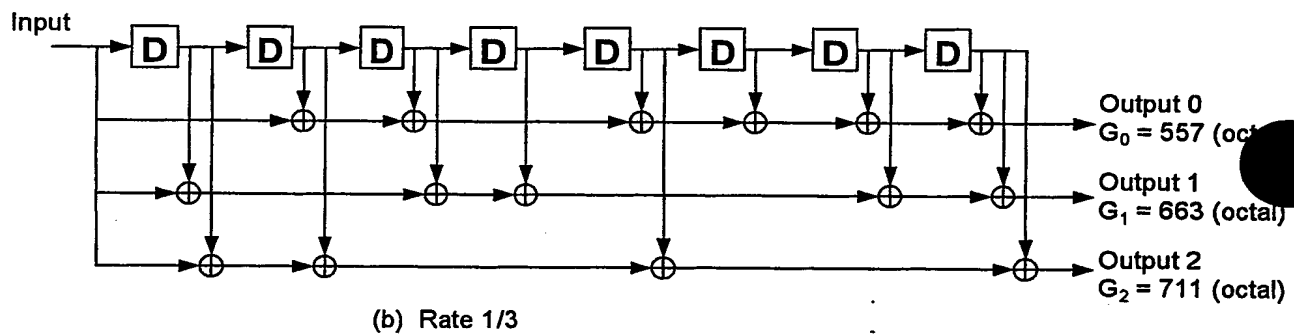
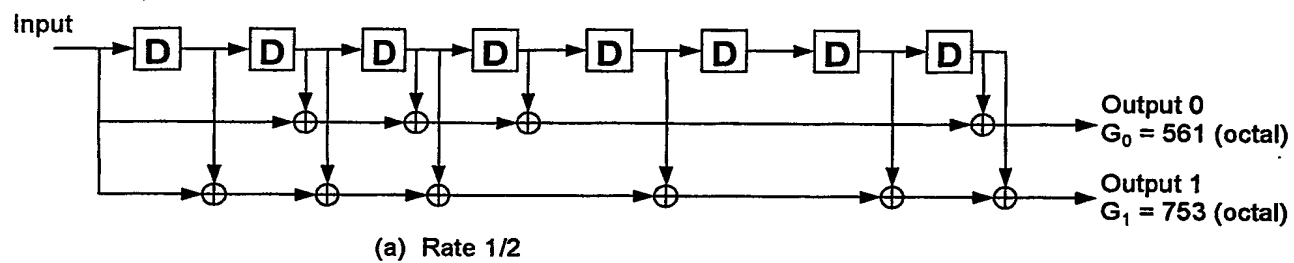


Fig. 5

HS-SCCH, Part 1, Pattern 0, FER=2.8xE-03 Error Histogram

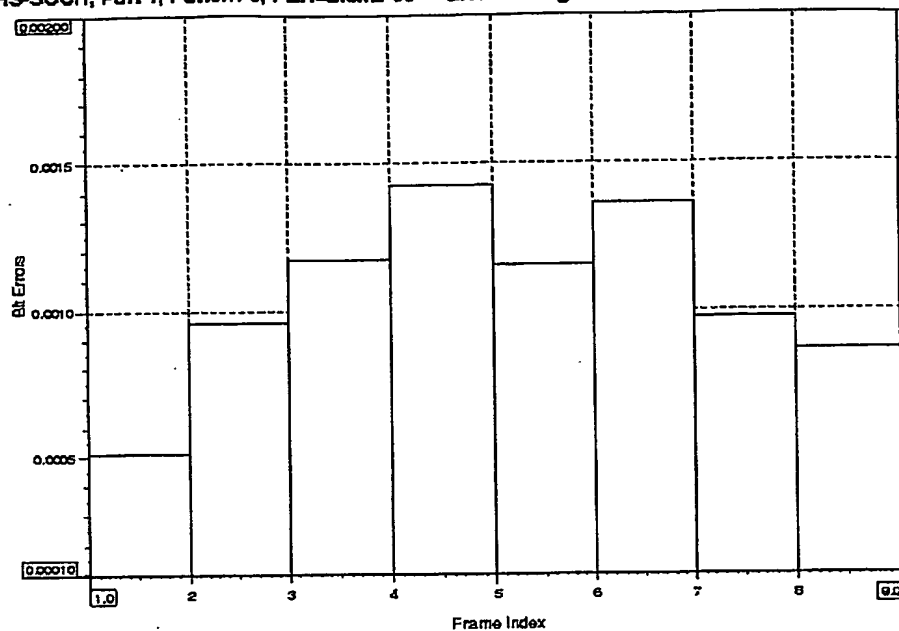


Fig.6

Kumulatives Punktierungsniveau der kodierten Bits

Input Bit	Output 0	Output 1	Output 2
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	2	3
4	3	3	3
5	3	4	3
6	4	4	4
7	5	4	4
8	6	5	4
9	7	6	5
n-8	7	6	5
n-7	6	5	4
n-6	6	4	3
n-5	5	4	2
n-4	4	3	2
n-3	4	2	2
n-2	3	2	1
n-1	2	2	1
n	1	1	1

Fig.7

Betroffene Informationsbits

Input Bit	Output 0	Output 1	Output 2
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
n-8	0, -2, -3, -5, -6, -7, -8	0, -1, -3, -4, -7, -8	0, -1, -2, -5, -8
n-7	1, -2, -4, -5, -6, -7	0, -2, -3, -6, -7	0, -1, -4, -7
n-6	0, -1, -3, -4, -5, -6	-1, -2, -5, -6	0, -3, -6
n-5	0, -2, -3, -4, -5	0, -1, -4, -5	2, -5
n-4	-1, -2, -3, -4	0, -3, -4	1, -4
n-3	0, -1, -2, -3	-2, -3	0, -3
n-2	0, -1, -2	1, -2	-2
n-1	0, -1	0, -1	-1
n	0	0	0

Fig.8

Optimierte Punktierungsmuster
Punktierungssequenz und Kumulative Punktierung für max. 18 Eingangsbits

# punct bits	Sequenz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	Mittelwert	Mittl. P-Rate	Kumulative
1	1	1																		1,00	0,06	1
2	k	1																1		1,00	0,06	2
3	4	1	1															1		1,00	0,06	3
4	k-4	1	1														1	1		1,00	0,06	4
5	k-6	1	1														1	1	1	1,00	0,06	5
6	2	2	1														1	1	1	1,20	0,07	6
7	k-1	2	1														1	1	2	1,40	0,08	7
8	3	3	1														1	1	2	1,60	0,09	8
9	k-2	3	1														1	1	3	1,80	0,10	9
10	8	3	2	1													1	1	3	1,83	0,10	11
11	k-15	3	2	1													2	1	3	1,86	0,10	13
12	k-12	3	2	1													2	2	3	1,88	0,10	15
13	k-10	3	2	1													1	3	3	1,89	0,10	17
14	7	4	2	2													1	3	3	2,11	0,12	19
15	k-9	4	2	2													2	3	4	2,33	0,13	21
16	k-7	4	2	2													1	2	4	2,56	0,14	23
17	5	5	3	2													1	2	4	2,78	0,15	25
18	k-4	5	3	2													1	2	4	3,00	0,17	27
19	6	6	4	2													1	2	4	3,22	0,18	29
20	k-5	6	4	2													1	2	4	3,44	0,19	31
21	15	6	4	3	1	1											1	2	4	3,09	0,17	34
22	12	6	4	4	2	2											1	2	4	3,36	0,19	37
23	14	6	5	5	2	3											1	2	4	3,64	0,20	40
24	k-18	6	5	5	2	3											1	3	4	3,58	0,20	43
25	11	7	5	6	3	2											1	3	4	3,75	0,21	45
26	k-13	7	5	6	3	2											1	2	4	4,00	0,22	48
27	10	8	6	6	4	2											1	2	4	4,25	0,24	51
28	k-8	8	6	6	4	2											1	2	4	4,50	0,25	54
29	9	9	7	7	4	2											1	2	4	4,75	0,26	57

Fig. 9

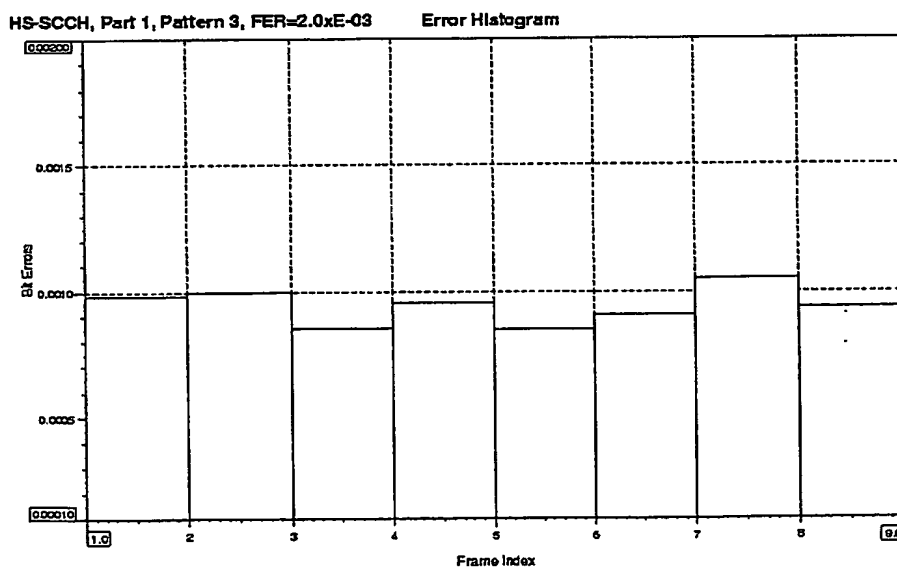


Fig. 10

Punktierung von 48 auf 40 bit, $R = 1/3$	
Pattern Nr.	zu punktierende Bits
1	1,2,3,4,45,46,47,48
2	1,2,3,4,42,45,47,48
3	1,2,4,8,42,45,47,48
4	1,2,4,15,42,45,47,48

Fig. 11

Punktierung von 111 auf 80 bit, $R = 1/3$	
Pattern	zu punktierende Bits
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 24, 92, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 24, 92, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 48, 60, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 48, 60, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 42, 45, 57, 66, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 42, 45, 57, 66, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
7	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45, 51, 57, 63, 69, 75, 81, 87, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 108, 109, 110, 111
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 27, 39, 51, 63, 75, 87, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 27, 39, 51, 63, 75, 87, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 45, 48, 57, 63, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 45, 48, 57, 63, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 24, 36, 48, 54, 60, 72, 84, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 24, 36, 48, 54, 60, 72, 84, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 45, 48, 51, 57, 63, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
17	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 45, 48, 51, 57, 63, 93, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 24, 36, 48, 54, 57, 60, 72, 84,

	96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,
19	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 24, 36, 42, 48, 54, 57, 60, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 24, 36, 42, 48, 54, 57, 60, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
21	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 36, 42, 45, 48, 54, 57, 60, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 36, 42, 45, 48, 54, 57, 60, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 36, 42, 48, 51, 57, 60, 66, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 24, 36, 48, 54, 57, 60, 66, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
25	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 24, 48, 54, 57, 60, 63, 66, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
26	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 24, 48, 54, 57, 60, 63, 66, 72, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
27	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 24, 36, 42, 48, 51, 57, 60, 66, 72, 92, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111
28	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 24, 42, 48, 54, 57, 60, 66, 69, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
29	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 24, 92, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
30	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 24, 92, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
31	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 45, 48, 57, 66, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
32	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 45, 48, 57, 66, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
33	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 24, 42, 48, 54, 57, 60, 66, 69, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

Fig. 12

Repetierung von 8 bit (32 auf 40 bit), $R = \frac{1}{2}$	
Pattern	zu repetierende Bits
1	17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31
2	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
3	18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32
2	16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30

Fig. 13

Repetierung von 6 Bit (74 auf 80 bit), $R = \frac{1}{2}$	
Pattern	zu repetierende Bits
1	35, 36, 37, 38, 39, 40
2	32, 34, 36, 38, 40, 42
3	26, 30, 34, 38, 42, 44
4	20, 28, 36, 44, 52, 60

Fig. 14

Repetierung von 4 Bit (36 auf 40 bit), $R = \frac{1}{2}$	
Pattern	zu repetierende Bits
1	16, 18, 20, 22
2	14, 18, 20, 22

Fig. 15

Punktierung von 14 Bit (54 auf 40 bit), $R = \frac{1}{3}$	
Pattern	zu punktierende Bits
1	1, 2, 3, 4, 7, 8, 39, 42, 45, 48, 51, 52, 53, 54
2	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 39, 42, 48, 51, 52, 53, 54
3	1, 2, 3, 4, 7, 8, 36, 39, 42, 48, 51, 52, 53, 54
4	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 39, 45, 48, 51, 52, 53, 54

Fig. 16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.